

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Electrónica

Sykes Latin America, S.A.

Implementación del sistema de monitoreo de temperatura del cuarto de servidores 3A

Informe de Proyecto de Graduación para optar por el Grado de Bachiller en Ingeniería Electrónica

Humberto Zúñiga Valverde

Cartago, Junio del 2002

RESUMEN

El presente documento describe en detalle la elaboración de un sistema de monitoreo de temperatura que se empleó en la empresa Sykes Latin America, S.A. para que este permita a aquellas personas encargadas del mantenimiento de los sistemas de información y tecnología, contar con un dispositivo que los alerte por medio de correo electrónico y mensajes tipo “beeper” si la temperatura, dentro de un cuarto de servidores, sobrepasa uno o varios valores predeterminados.

Este sistema micro-controlado emplea a un PIC16F877 de la empresa Microchip¹ para obtener la temperatura de los sensores digitales de temperatura por medio de “polling”. A la vez este dispositivo despliega la temperatura localmente en una pantalla de cristal liquido y la envía a través de un puerto RS-232 a una computadora personal.

El sensor digital de temperatura DS18B20 de la empresa Dallas Semiconductor² empleado en esta solución, se comunica con el micro-controlador por medio de un protocolo propietario conocido como “1-Wire”.

Este sistema permite a los usuarios programar en una computadora personal que corra en la plataforma Windows, las diferentes temperaturas a las cuales las alarmas deben de ser activadas. Esta aplicación fue desarrollada con Visual Basic 6.0.

¹ www.microchip.com

² www.dalsemi.com

ABSTRACT

This document describes in detail the design process of a digital temperature monitoring system, developed for Sykes Latin America, S.A. It's main objective is to allow those in charge of the Information and Technology department to be informed via email and beeper whenever the temperature in the server room exceeds one or several predetermined values.

A PIC16F877 micro-controller from Microchip³ is used to gather the temperature from the digital sensors via polling. It also displays the value on an LCD and sends the information through an RS-232 serial link to a PC.

A DS18B20 digital temperature sensor from Dallas Semiconductor⁴ was utilized in this solution and its proprietary serial communication method known as "1-Wire" was used to send the temperature value to the PIC micro-controller.

This system employs a Windows application that allows the user to program the different alarms. This application was developed with Visual Basic version 6.0.

³ www.microchip.com

⁴ www.dalsemi.com

DEDICATORIA

A mis padres, quienes de una u otra forma siempre han buscado inculcar en mi la necesidad de superación personal y la búsqueda constante de la felicidad. Con todo mi amor les dedico este logro...

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	6
1.1 Descripción de la Empresa.....	6
1.2 Descripción del problema y su importancia	7
1.3 Objetivos.....	8
ANTECEDENTES.....	10
2.1 Estudio del problema a resolver.....	10
2.2 Requerimientos de la empresa.....	11
2.3 Solución propuesta.....	11
PROCEDIMIENTO METODOLOGICO	16
DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO.....	19
DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA	22
ANÁLISIS Y RESULTADOS	26
6.1 Explicación del diseño.....	26
6.2 Alcances y limitaciones	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
7.1 CONCLUSIONES.....	31
7.2 RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFIA.....	33
APENDICES Y ANEXOS.....	34
APENDICES.....	34
ANEXOS	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Plano del Cuarto de Servidores donde se emplea el sistema.....	11
Figura 4.1. Diagrama del circuito empleado en la solución.....	19
Figura 5.1. Ventana Principal del Programa	22
Figura 4.2. Ventana del programa para visualizar, agregar y eliminar alarmas.	23
Figura4.3. Diagramas de tiempo de lectura y escritura del protocolo “1-Wire” ..	25
Figura A.1. Diagrama de flujo para el proceso de selección de alarmas	34
Anexo A.2. Diagrama de flujo para el proceso de generación de alarma por parte del microcontrolador	35
Anexo A.3. Diagrama de Flujo para el proceso de generación de alarmas por parte de la computadora personal	36
Anexo B.1. Secuencia de inicialización del display LCD.....	37

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la Empresa

La corporación Sykes con su sede central en Tampa, Florida, es uno de los proveedores de servicios de tecnología informática más grandes del mundo. Desde su fundación en 1977, la organización ha crecido hasta exceder actualmente 14,000 empleados en los Estados Unidos, Europa, África, Asia y América Central.

La corporación emplea especialistas en soporte técnico, analistas de sistemas, administradores en telefonía, probadores de software, diseñadores de productos, técnicos de servicio al cliente, lingüistas, y especialistas en mercadeo entre otros.

En Costa Rica, Sykes Latin America, S.A. se encuentra ubicada en la Aurora de Heredia, en la zona franca Ultrapark. Esta cuenta con más de 600 personas, las cuales soportan diferentes empresas en lenguas tan variadas como alemán, francés, portugués y por supuesto español.

El proyecto de graduación se realizó en conjunto con el departamento de Servicios de Información y Tecnología (ITS por sus siglas en inglés), el cual existe para soportar todas las necesidades tecnológicas de los empleados de Sykes Latin America, S.A.

ITS lo comprenden tres áreas principales: Telefonía, Redes y Sistemas, cada departamento con miembros especializados, capacitados para atender cualquier situación que se presenta en este centro de operaciones.

1.2 Descripción del problema y su importancia

Sykes Latin America, S.A. es una corporación multinacional dedicada a proveer servicio al cliente a través de diferentes medios de comunicación como correo electrónico o llamadas telefónicas.

Centros de servicio ubicados en diferentes partes del mundo, brindan servicio a muchas empresas, por esto una comunicación efectiva y garantizada entre estos centros es vital para poder brindar un soporte técnico excepcional.

Información como las llamadas telefónicas de los clientes, así como la conexión entre centros, e información de Internet viajan a través de cinco líneas dedicadas de tipo "T1" las cuales permiten conexiones permanentes de 1.544Mbits por segundo cada una. Cabe resaltar también que existen tres conexiones permanentes de tipo "E1" con una velocidad de transmisión de datos de 2Mbits por segundo.

Esta información es "procesada" por equipo especializado ubicado en un mismo cuarto, para apegarse así a los estándares existentes de cableado estructurado.

Es de suma importancia, mantener en buen estado el equipo que se emplea para brindar el servicio, así como evitar todo tipo de situación o escenario que pueda comprometer el buen funcionamiento de dicho equipo.

Uno de los problemas que se puede presentar, se da si el sistema de aire acondicionado falla. Los dispositivos electrónicos son sensibles a los cambios en la temperatura, siendo esto aun más crítico en equipos que se encuentran trabajando las veinticuatro horas del día.

El problema que se menciona se ha presentado en diversas ocasiones, cuando debido a fallos del sistema de aire acondicionado, la temperatura del cuarto de servidores se ha elevado a rangos inaceptables que comprometen el buen funcionamiento del equipo.

Este aumento en temperatura puede ocasionar que los servidores salgan de servicio o se “caigan”, privando a los agentes de cierto tipos de herramientas, alterando la eficiencia de estos y comprometiendo el nivel de servicio.

Un caso aun más crítico, se presenta con el equipo de “ruteo” telefónico o PBX. Si este fallara, las llamadas de los clientes, la principal fuente de ingresos de la compañía, no podrían ser distribuidas a los agentes, ocasionando una caída en el nivel de ingresos de la empresa, presentando a la vez críticas de los clientes.

1.3 Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema digital de medición de temperatura, que permita el reporte de temperatura del cuarto de servidores y que emita diferentes alarmas cuando la temperatura de la habitación excede ciertos valores que podrían poner en peligro el correcto funcionamiento de los diferentes equipos electrónicos que se encuentran en el cuarto de servidores.

Objetivos Específicos

1. Realizar un estudio detallado de la distribución de temperatura en todo el cuarto de servidores.
2. Determinar la cantidad y el tipo de sensores de temperatura necesarios para obtener una medición correcta de la temperatura.
3. Utilizar un sistema de redundancia que opere cuando el sistema principal de sensado de alarmas falle.
4. Seleccionar un microcontrolador que permita capturar los valores analógicos de temperatura y que convierta estos a código binario. Además este dispositivo debe contar con un controlador integrado que facilite la comunicación con una computadora.
5. Programar en un lenguaje de alto nivel, una aplicación amigable en ambiente Windows, que permita la programación de las diferentes alarmas del sistema.
6. Elaborar en el código del programa de alto nivel un método de comunicación con el microcontrolador.
7. Probar e integrar los diferentes componentes del sistema.
8. Redactar un informe y manual de usuario, que abarque toda la información técnica sobre el desarrollo del proyecto.
9. Elaborar un instalador de la aplicación en un CD.

CAPITULO 2

ANTECEDENTES

2.1 Estudio del problema a resolver

El Sistema diseñado pretende dar solución a los efectos negativos que se pueden producir en el equipo electrónico dentro del cuarto de servidores por un eventual aumento en la temperatura debido al fallo del aire acondicionado.

Cabe resaltar que no se implementó un sistema de control de temperatura por dos razones. La principal razón radica en el hecho de que el equipo de aire acondicionado cuenta con una garantía que se anularía si se le hace algún cambio al sistema mismo. La segunda razón por la cual solo se implementó un sistema de monitoreo de temperatura fue porque los cambios de temperatura dentro del cuarto de servidores son mínimos ya que este se encuentra aislado y la presencia de personal dentro del mismo es mínima.

El cuarto de servidores cuenta con las siguientes dimensiones, 9.5 metros de largo por 6.3 metros de ancho como se muestra en la figura 2.1.

El sistema debe de adquirir un valor de temperatura en grados Celsius y enviarlo a un sistema remoto para un monitoreo constante de la temperatura. A la vez se debe de poder agregar diferentes alarmas así como las personas que serán alertadas.

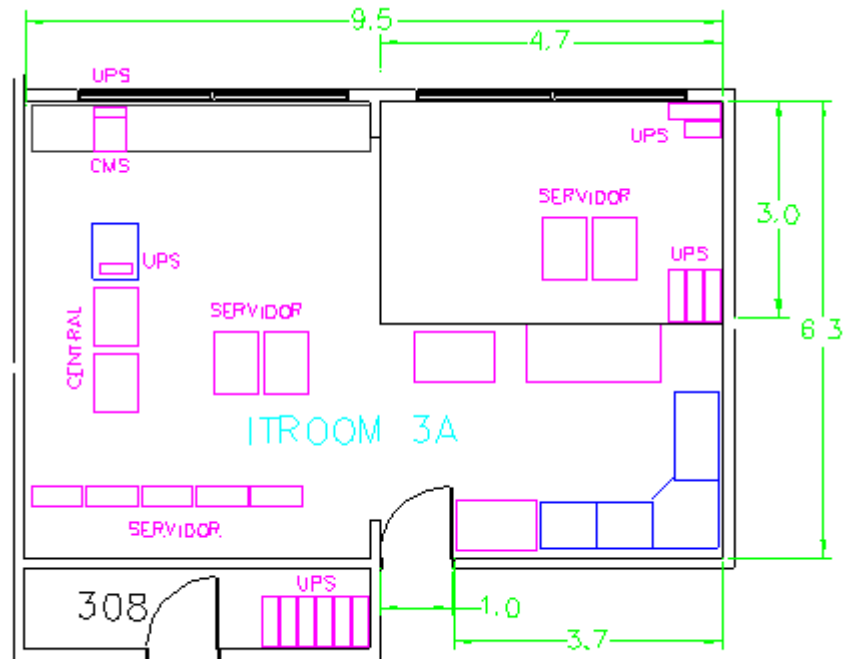


Figura 2.1. Plano del Cuarto de Servidores donde se emplea el sistema

2.2 Requerimientos de la empresa

La empresa busca contar con un método de poder informar al personal a cargo indistintamente de si este se encuentra dentro del centro de llamadas o fuera del mismo, de un aumento en la temperatura dentro del cuarto de servidores en una forma confiable y con la mayor premura posible. Es necesario que este sistema sea personalizable en cuanto a la selección de alarmas y el tipo de alarmas que se deben generar.

2.3 Solución propuesta.

Al existir posibles variaciones de temperatura en el cuarto de servidores, es indispensable tener un sistema capaz de detectar dichas variaciones, y que además pueda de una forma inmediata enviar diferentes señales de alarma, para que las personas a cargo, puedan atender la emergencia suscitada y evitar

un problema mayor. Así que teniendo estas consideraciones de por medio, es necesario tener un sistema sensor que sea capaz de reconocer un rango de temperatura aceptable, así como un dispositivo que reciba la información detectada por el sensor y que facilite el envío de datos a un computador personal, y este a su vez posea un software que envíe diferentes mensajes por medio de la red interna así como Internet, alertando que la temperatura ha salido de rango.

En una correcta administración de redes es necesario llevar un registro detallado de los incidentes que causan fallas en la red en general ya sean estos causadas por software o hardware. Toda información sobre las diferentes causas de los problemas debe ser documentada. Estos registros ayudan a los administradores a determinar cuales fueron las razones de la falla. Para esto se necesita poseer todo tipo de información que pueda servir a la hora de buscar problemas. Contar con un registro detallado de la temperatura puede ayudar en la búsqueda de errores.

Como primer paso se ha propuesto un diagrama de bloques general de la posible solución a implementar:

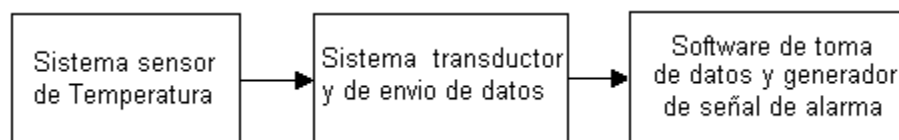


Figura 2.2. Diagrama de bloques general del sistema.

Teniendo como punto de partida la figura 2.2, se procederá a explicar en detalle cada bloque.

Sistema sensor de temperatura. Dadas las dimensiones de la habitación, es imperativo un estudio profundo de las fluctuaciones de

temperatura dentro del dicho cuarto, para asegurarse una uniformidad de las lecturas. Para esto se pretende hacer un muestreo de la temperatura en diferentes lugares durante un tiempo a establecer, para así definir la cantidad de sensores a emplear, y su respectiva ubicación. Es importante también informarse sobre los diferentes métodos de medición de temperatura para decidir sobre cual tipo de dispositivos se apegan más a las necesidades de la empresa y los requerimientos del proyecto. Una vez hecho este estudio se adquirirán los sensores de temperatura. Con estos dispositivos seleccionados se diseñara un circuito que permita minimizar las alteraciones que puede producir el ruido en el valor de temperatura que se obtenga.

Sistema transductor y de envío de datos. Ya que para un posterior análisis, es indispensable convertir los valores de temperatura analógicos a código digital, se empleó un sistema microcontrolado que aparte de gobernar la conversión analógica-digital, de ser necesaria, tuvo a cargo también la captura de los valores provenientes de los diferentes sensores, así como la eventual transmisión a un computador personal. Este sistema inteligente cuenta con el código necesario para poder comunicarse con el computador, para recibir de este instrucciones y poder enviarle datos de vuelta. Al microcontrolador se le incluyeron también rutinas de comparación que permitan al dispositivo determinar en que momento el valor de la temperatura ha salido de un rango aceptable. Este sistema microcontrolado es capaz de alertar a la computadora personal a la cual se encuentra conectado de cualquier problema con algún sensor. Este a la vez puede capturar un valor de temperatura y enviarlo a la PC cada vez que esta lo solicite.

La figura 2.3 muestra en diagrama de bloques la primera propuesta de solución para el sistema microcontrolado. Este sistema cuenta con un microcontrolador que maneja un display cuya tarea será desplegar constantemente la temperatura. Este también sirve para comunicarse con el usuario.

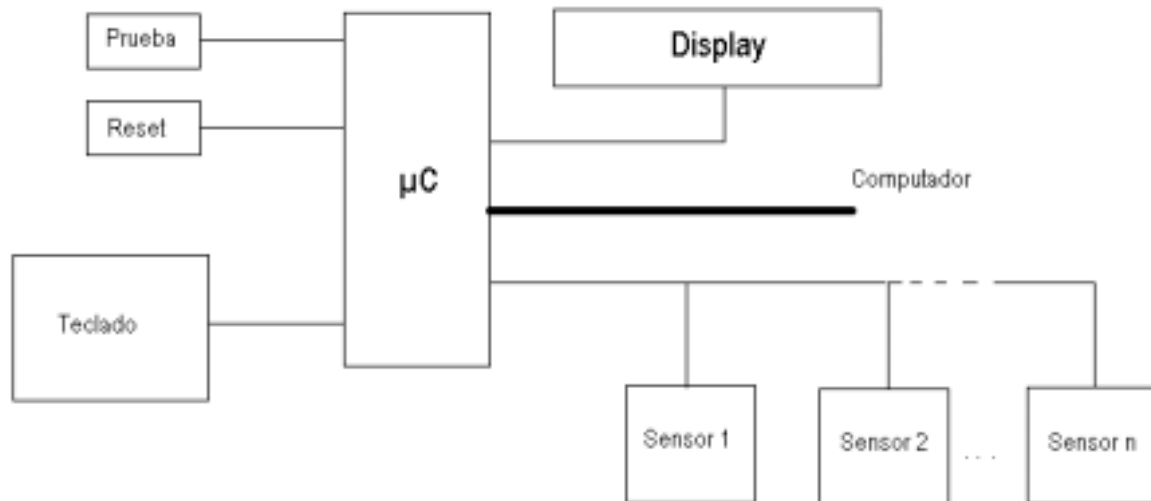


Figura 2.3. Diagrama de Bloques del Sistema de Microcontrol

Software de toma de datos y generador de alarmas. Todo sistema que presenta la necesidad de una interfase con un usuario, debe ser programado en un lenguaje de alto nivel, que soporte, de ser posible, la programación por eventos y que este facilite a la vez el manejo de ventanas, para así hacer el programa lo más compatible posible con las aplicaciones existentes, que emplean al sistema operativo Windows como su plataforma.

La aplicación a desarrollarse en un lenguaje de alto nivel, deberá gobernar al sistema microcontrolado. Desde esta aplicación cualquier usuario podrá programar las diferentes opciones con las que cuenta el sistema, como son las temperaturas limites, los sensores que se deben estar monitoreando, etc.

Este programa servirá a la vez como medio para que el usuario programe las diferentes alarmas, así como los valores en los cuales cada una de éstas deban activarse.

Entre las alarmas que se proponen está el envío de un correo interno a diferentes personas dependiendo de la hora y el día en que se suscite un problema.

También es necesario que se comunique de un problema por medio de un “beeper” a los administradores de red con la información de la temperatura y hora en que se genera una alarma.

CAPITULO 3

PROCEDIMIENTO METODOLOGICO

1. Selección del Sensor de Temperatura.

Esta actividad utilizó herramientas como Internet, manuales de sensores y todo tipo de información existente para seleccionar los sensores de temperatura que mejor se adaptaron a las necesidades del proyecto.

2. Diseño del circuito de adquisición de temperatura

Una vez seleccionado el sensor de temperatura a utilizar se buscó diseñar un circuito que optimizara las capacidades del sensor para un mejor funcionamiento del mismo. Aquí se analizó también la posibilidad de incorporar al circuito una pantalla de cristal liquido. Estos fueron complementados con un programa en un lenguaje de alto nivel que permite este mismo control desde un teclado de un computador y que despliega a la vez la información en una ventana del sistema operativo Windows.

3. Selección del Microcontrolador

Basándose en la experiencia adquirida previamente en los cursos de la rama digital y tomando en cuenta los requerimientos del sensor de temperatura se procedió a seleccionar un microcontrolador que funciona correctamente bajo las necesidades del proyecto.

4. Elaborar y probar un programa en código del microcontrolador que permita la captura de temperatura

Contando con todos los componentes necesarios para poner en funcionamiento la adquisición de temperatura, se elaboró el programa que no solo sirvió para probar el correcto funcionamiento de esta parte del proyecto sino que este código fue empleado en el sistema final.

5. Programar en el microcontrolador código que permita comunicar al microcontrolador con la computadora.

La comunicación con una PC es fundamental para que el proyecto se llevara a cabo con éxito. Para esto se empleó un método de comunicación existente. El protocolo de comunicación serial RS-232 en su modo asincrónico, “full-duplex” fue el método seleccionado por la facilidad que brinda y el hecho de que cualquier computador con un puerto serie incorporado cuenta con una USART. Aquí fue necesario incorporar un circuito integrado que cambia los valores digitales de “0” y “1” tipo TTL (cero y cinco voltios), a los valores empleados por el puerto serie de doce voltios positivos y negativos definidos en dicho estándar. El circuito integrado utilizado fue el MAX233A de la empresa Dallas Semiconductor.

6. Programar en lenguaje de alto nivel código que permita comunicar la computadora con el microcontrolador

Como primer paso en la elaboración del programa en ambiente Windows, se comprobó la comunicación efectiva entre el computador y el microcontrolador para lo que se elaboró, en Visual Basic, una primera aplicación que se comunicó con el microcontrolador y que pudo recibir y desplegar en pantalla el valor de temperatura del sensor.

7. Elaborar un programa que permita controlar y establecer las temperaturas a las cuales se generan las diferentes alarmas

Una vez comprobada la comunicación entre ambos dispositivos se procedió a agregar al programa el código necesario para poder establecer

las temperaturas a las cuales serán activadas las diferentes alarmas. Para esto se emplearon unas librerías de Visual Basic, que permiten la comunicación de la aplicación con un servidor SMTP de correo, logrando que la aplicación pudiera enviar correos electrónicos a través de este servidor.

8. Programar en lenguaje de alto nivel las diferentes alarmas que se generaran al alcanzar la temperatura un valor predeterminado

La idea principal detrás del proyecto es poder alertar a las personas adecuadas sobre la presencia de un problema con la temperatura dentro del cuarto de servidores, por esto y como necesidad del proyecto la aplicación en ambiente Windows debe de poder enviar uno o varios mensajes con información de la temperatura a los administradores de la red interna de la empresa. De haberse alcanzado una temperatura no deseada el programa debe de alertar a ciertas personas por medio de beeper y correo electrónico de la presencia de un problema. Las personas que se alerten y el tipo de mensaje debe de poder ser configurado dentro de la aplicación.

DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO

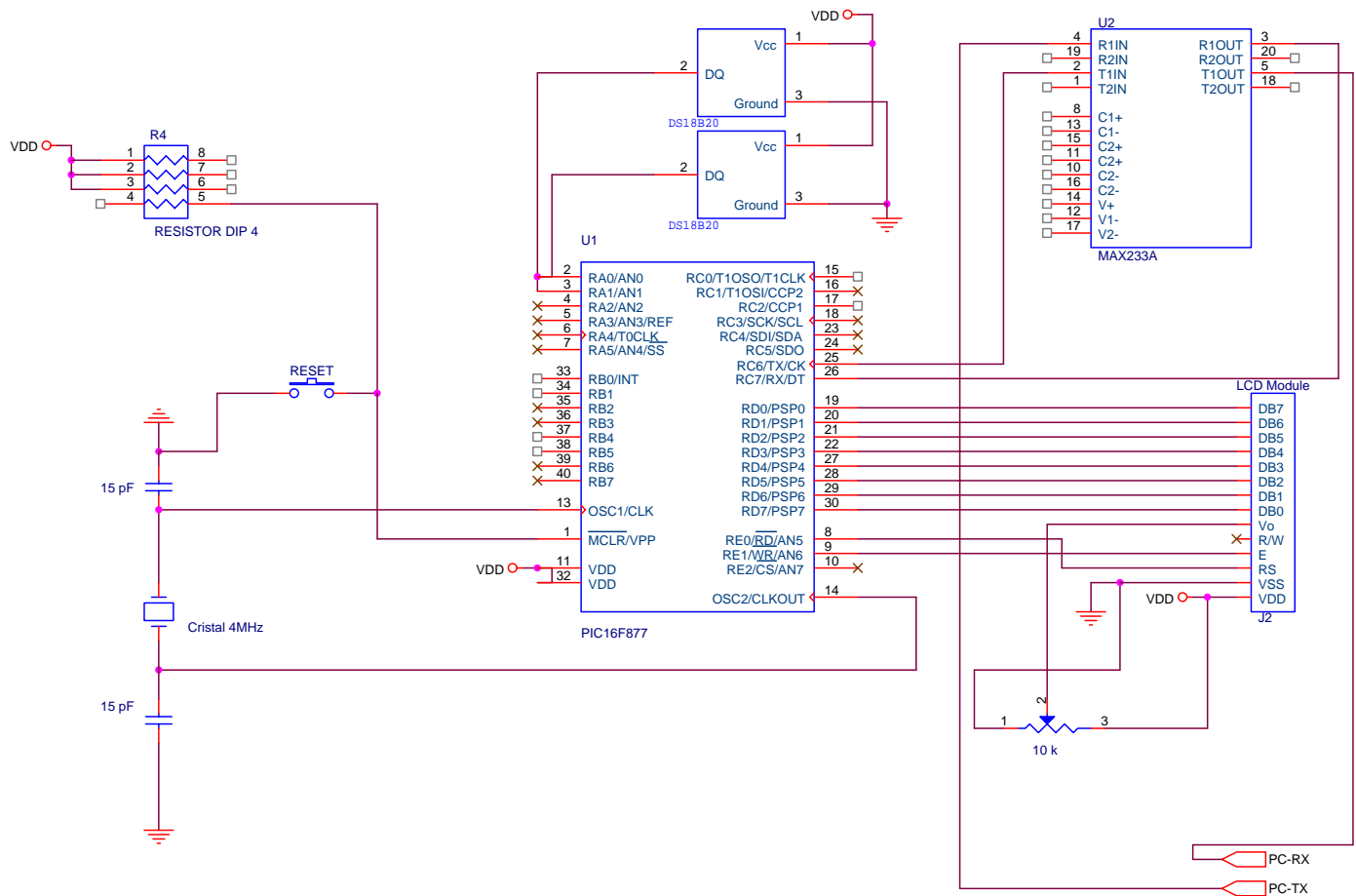


Figura 4.1. Diagrama del circuito empleado en la solución.

La figura 4.1 muestra el esquema del circuito empleado en el proyecto.

Se empleo un microcontrolador PIC 16F877 de la empresa Microchip. Este es un dispositivo basado en la arquitectura RISC. Entre las características más importantes que se pueden resaltar de este microcontrolador se pueden mencionar las siguientes:

- USART integrado.
- Manejo de hasta 14 interrupciones de diferentes fuentes.
- Tres contadores / temporizadores.
- ADC de 10 bits.
- Generador de PWM.
- 8k x 14 double bytes de memoria Flash disponible.
- 368 x 8 bytes de memoria RAM disponibles.
- 256 x 8 bytes de memoria tipo EEPROM disponibles para datos.
- Ciclo de maquina de hasta 20 MHz.

Se emplea un oscilador de 4 MHz debido a que la transferencia de datos por el puerto serie va a ser de 9600 baudios, la cual elimina la necesidad de una señal de reloj rápida. Otra razón por la selección de este oscilador se debe a que un ciclo de maquina viene siendo igual a 1 MHz, haciendo que con este valor se pueda calcular con gran facilidad la duración total de las diferentes rutinas. Esto fue de suma importancia a la hora de programar las diferentes rutinas de comunicación entre este microcontrolador y el sensor de temperatura.

Para poder desplegar la información de la temperatura y para poder tener un método de alerta local dentro del cuarto de servidores se utiliza una pantalla de cristal liquido de 16 caracteres por dos líneas. Esta pantalla o display LCD cuenta con el controlador KS0066U.

Los sensores de temperatura seleccionados son producidos por la empresa Dallas Semiconductor. Estos sensores digitales cuyo modelo es el DS18B20, emplean únicamente 3 patillas: Vcc, Tierra y la tercera para la comunicación bidireccional digital. Se puede tener una resolución de 9 a 12 bits, esta resolución equivale a un peso del bit menos significativo de 0.5°C a 0.0625°C respectivamente. Este dispositivo cuenta además con dos registros en los cuales se pueden almacenar valores máximos y mininos de temperatura.

Debido a que una alta resolución no es necesaria se programo el sensor para que trabajara con una resolución de 9 bits, 8 de datos y uno de signo.

Estos sensores emplean un protocolo propietario de comunicación serial denominado "1-Wire". La comunicación bidireccional se realiza por un único cable y es necesario para lograr esto una serie de rutinas precisas para obtener una temporización adecuada que le permita a ambos dispositivos comunicarse.

CAPITULO 5

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

Aplicación en Visual Basic

Dados los requerimientos del sistema fue necesario que la solución al problema que se implementó contara con la capacidad de enviar correos electrónicos y mensajes a través de un radio localizador. Por esto se tomo la decisión de utilizar Visual Basic para realizar un programa que corriera desde una computadora personal y que esta se encontrara conectada a la red de la empresa para así emplear al servidor SMTP de correo interno para enviar los mensajes necesarios. Este tipo de programación permitió a la vez que se desarrollara un interfaz que permitiera al usuario una fácil configuración de todas las opciones.



Figura 5.1. Ventana Principal del Programa

Por medio del interfaz de menús el usuario puede programar fácilmente las diferentes alarmas que deben de activarse. Entre las opciones que se pueden configurar están:

- Persona a la cual enviar el mensaje de alerta.
- Tipo de alarma, que se especifica ingresando la dirección de correo electrónico del sistema de mensajería o de la cuenta de correo electrónico.
- Temperatura a la cual se envía la alarma.

También se pueden agregar o remover los contactos, siendo estos las personas que se deberían alertar ante una eventual alarma.

The image shows a software window titled "Edicion de Alarmas". On the left side, there are three buttons: "Nueva Alarma", "Eliminar", and "Salir". On the right side, there are three input fields with labels: "Contacto" containing "Humberto Zuniga", "Correo" containing "hzuniga@cr.sykes.com", and "Temperatura" containing "24". At the bottom right, there are two buttons: "Anterior" and "Siguiete".

Figura 4.2. Ventana del programa para visualizar, agregar y eliminar alarmas.

Para evitar que se den falsas alarmas se elaboró una rutina que toma los valores de dos sensores y los compara con los valores tomados anteriormente para evitar que sea un valor erróneo el que active la alarma.

Aplicación en MPLAB.

El lenguaje utilizado para programar el PIC16F877, MPLAB distribuido por Microchip, cuenta con set reducido de instrucciones. El proceso de programación y prueba se dividió en 3 partes. En una primera parte se elaboraron las rutinas necesarias para poner en funcionamiento la pantalla LCD.

Para esto se partió del diagrama de inicialización del display ([anexo B.1](#)) que permite programar el controlador KS0066U. La comunicación entre ambos dispositivos requiere que se utilice un bus de datos (8 bits), así como patillas de habilitación y lectura / escritura.

Una vez comprobado el correcto funcionamiento de la pantalla, se procedió a programar las rutinas necesarias para poder comunicarse con el sensor de temperatura. Esta comunicación consta de tres partes. La primera requiere que se le brinde una señal de inicialización al sensor. Una vez concluido este primer paso se procede a enviar un comando definido como tipo ROM, el cual permite identificar a cual sensor se esta comunicando. Cada sensor cuenta con código único de 64 bits. Una vez identificado el sensor se procede a enviar un comando de función, el cual le indica al sensor cual operación realizar. Entre estas están el inicio de conversión de temperatura, lectura del valor adquirido, programación de la resolución, etc. Estas rutinas requieren una temporización adecuada como lo muestra la figura 4.3.

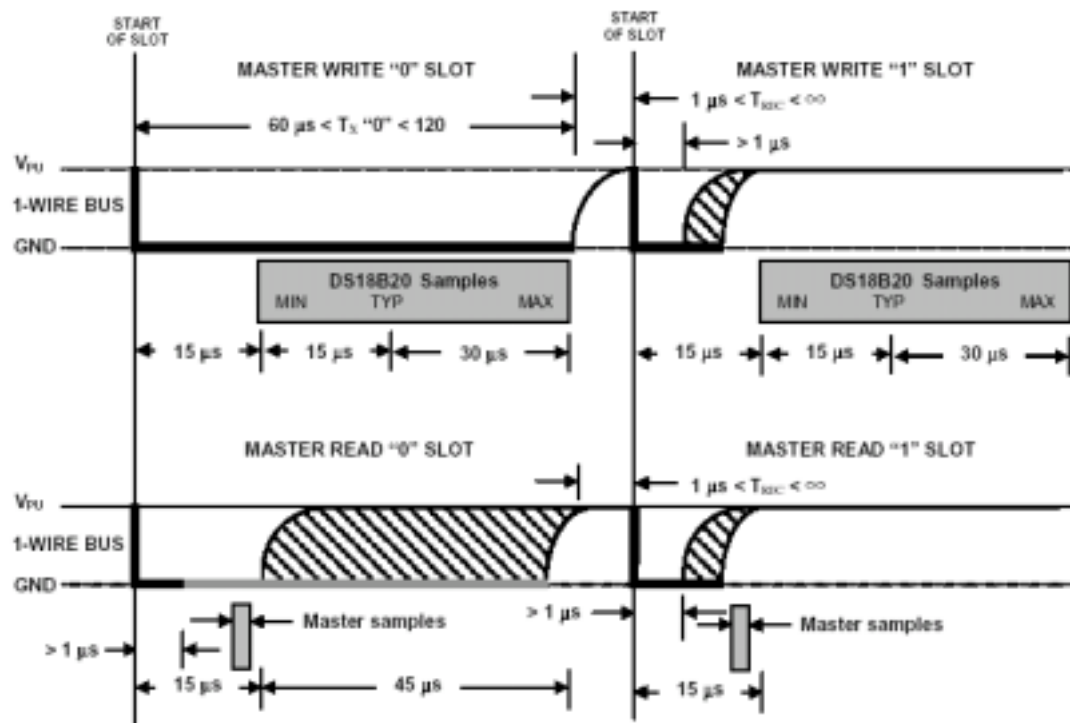


Figura4.3. Diagramas de tiempo de lectura y escritura del protocolo "1-Wire"

Una vez comprobada la adquisición correcta de temperatura se agregaron las líneas de código necesarias para poder transmitir y recibir datos con la computadora personal.

CAPITULO 6

ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.1 Explicación del diseño

Para darle mayor versatilidad y facilitar el diseño e implementación del sistema, la solución del problema se dividió en dos partes. Una primera parte buscaba contar con un sistema autónomo que capturara la temperatura, la desplegara localmente y pudiera eventualmente comunicarse con otro sistema autónomo o una computadora personal.

El proceso de diseño inició con la búsqueda de un sensor de temperatura que se apegara a los requerimientos de la empresa. Originalmente se investigaron diferentes tecnologías. Entre estas se pueden mencionar las termocuplas, termistores, RTDs, sensores semiconductores y sensores digitales de temperatura entre otros.

Cuando se busca utilizar un microcontrolador para gobernar un sistema de sensado de temperatura es importante contar un sistema simplificado que permita obtener un valor digital de temperatura con un máximo de precisión y que este utilice la mínima cantidad de recursos (patillas del microcontrolador, ciclos de maquina, etc.) En el mercado se pueden encontrar sensores digitales de temperatura que envían un valor digital o que por medio de una relación directa entre la temperatura y la frecuencia de un tren de pulsos pueden brindar al procesador el dato empleando una sola patilla del microcontrolador. Un ejemplo de estos dispositivos es el MAX6575s⁵. Otros dispositivos digitales como el LM75 de la National Semiconductor⁶ se comunican con los

⁵ <http://dbserv.maxim-ic.com/Sensors.cfm>

⁶ <http://www.national.com/pf/LM/LM75.html>

microcontroladores por medio del protocolo de comunicación tipo I²C. Estos dispositivos cuentan inclusive con patillas que se activan cuando la temperatura excede un valor predeterminado, lo cual los hace muy útiles si se piensa trabajar con interrupciones.

Con esta consideración se procedió a escoger el sensor de temperatura DS18B20. Este sensor digital, permite obtener resoluciones de hasta 0.625 °C, cuenta con la capacidad de alertar al “maestro” cuando una medición de temperatura realizada exceda un valor de referencia que se le programa. Este sensor se distribuye con un código único, el cual es empleado cuando se tienen varios sensores en un mismo bus de datos. Otro factor importante tomado en cuenta a la hora de realizar la selección del sensor fue la cantidad de canales necesarios para poder comunicarse con el sensor. El DS18B20 se comunica por medio de un protocolo serie denominado “1-Wire” el cual necesita únicamente de un canal de datos y otro de referencia, esto hace que se necesite del microcontrolador un único canal del bus de datos.

Seleccionado el sensor de temperatura se continuó el proyecto con la búsqueda de un microcontrolador. El PIC16F877 contaba con todas las características necesarias. 29 pines disponibles para comunicación bidireccional, procesador tipo RISC, 3 temporizadores incorporados, USART incorporada, opera con interrupciones, memorias tipo flash y EEPROM para almacenar datos. Aun cuando se sabía de antemano que para este circuito en particular la necesidad de pines para un bus de datos no iba a ser crítico (ya que se requerían únicamente 10 bits para el display y uno para los sensores) se escogió este microcontrolador pensando en un futuro poder implementar mayores funciones al sistema como son la detección de fallas en el fluido eléctrico, el monitoreo de humedad, etc.

Se le agregó al sistema, una pantalla tipo LCD para poder obtener un medio local de verificar la temperatura y para poder desplegar mensajes de alerta local entre otros.

En “paralelo” a este proceso de diseño, se trabajo en la solución de la segunda parte del problema, esta buscaba una forma de poder enviar alarmas de tipo correo electrónico y mensaje tipo beeper a diferentes personas. De antemano se sabía, que la mejor forma de “atacar” este problema era por medio de una aplicación realizada en un lenguaje de alto nivel que corriera en un computador y que estuviera de alguna forma enviando y recibiendo información hacia el sistema microcontrolado.

Para lograr esto se le agregó al sistema un “driver” RS-232, MAX233. Esta selección se baso en dos razones principales. Las opciones para comunicarse con un computador abarcan principalmente el puerto paralelo, el puerto serie y los nuevos puertos USB. Dadas las características del sistema el puerto serie presentaba la mejor opción, permitiendo minimizar la cantidad de patillas del microcontrolador y usando al máximo la USART incorporada dentro del circuito.

Debido a que Sykes Latin America, S.A. contaba con licencias de Visual Basic, se procedió a realizar la aplicación en este lenguaje. Las primeras rutinas programadas fueron las que generarían las alarmas. Gracias a unas librerías de Visual Basic que permiten la conexión con un servidor de correo tipo SMTP se pudo cumplir con este objetivo.

Un servidor SMTP permite enviar correos electrónicos entre servidores. Los correos son enviados a este servidor por medio de un “cliente” de e-mail. A este programa se le agregaron las rutinas necesarias para convertirlo en un cliente.

Comprobado el envío de correos electrónicos se procedió a programar el código necesario para poder comunicarse con el microcontrolador por medio del puerto serie. Visual Basic cuenta con una librería conocida como MSCOMM la cual permite la interacción con la USART de una computadora personal.

Una vez que se logró incorporar a la solución todas las partes del sistema se agregaron líneas de código que comprobaran la temperatura antes de enviar una alarma. Por ejemplo se hace un muestreo por lo menos dos veces antes de enviar una alarma para asegurarse de que no sea un valor ambiguo que puede ser ocasionado por ruido.

Con el sistema funcionando en su totalidad se recibió la aprobación de la empresa y se finalizó implementando este proyecto en el cuarto de servidores.

6.2 Alcances y limitaciones

El sistema se encuentra en total y completo funcionamiento. La temperatura es adquirida por el microcontrolador, esta se despliega en la pantalla de cristal líquido y se envía por medio del puerto serie al computador. La aplicación en Windows obtiene la temperatura, la despliega en pantalla y analiza contra los valores almacenados. Este valor tiene una precisión de medio grado centígrado. En el momento en el cual la temperatura excede un valor predeterminado en una alarma, un correo electrónico es enviado, este incluye el valor de temperatura y la hora en la que ocurrió. Cada media hora se vuelve a enviar el mensaje siempre y cuando la temperatura siga por encima del valor ingresado por el usuario en el momento de configurar la alarma, cumpliendo así con todos los requisitos presentados por la empresa.

Este sistema cuenta con la limitante de que necesita una computadora con conexión a la intranet de la empresa, por lo que si Windows falla las alarmas no podrán ser enviadas. Otra limitante se presenta si no hay servicio del Servidor SMTP, el cual es necesario para poder enviar las diferentes alarmas.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

1. La temperatura en el cuarto de servidores es prácticamente uniforme.
2. Lo que el uso de una gran cantidad de sensores es impractico.
3. El sensor de temperatura seleccionado supera las necesidades del proyecto en cuanto a resolución y versatilidad.
4. El sistema microcontrolado emplea dos sensores de temperatura que permiten la redundancia en caso de que uno falle.
5. El sistema tendrá el respaldo de una UPS para evitar la interrupción del fluido eléctrico.
6. El PIC16F877, permite que el sistema pueda ser mejorado, implementando en el, funciones adicionales como el monitoreo de otras variables físicas, como humedad. A la vez este puede ser utilizado para generar otro tipo de alarmas que no necesiten del servidor SMTP.
7. La aplicación desarrollada en Windows permite que las alarmas sean añadidas, observadas y eliminadas con facilidad.
8. Esta aplicación a la vez presenta un manejo simple y directo.

9. El protocolo de comunicación RS-232 empleado, sirvió como un método eficiente para lograr el intercambio de información entre el sistema microcontrolado y la computadora personal.

7.2 RECOMENDACIONES

1. Incorporar en el sistema la detección de fallas en el fluido eléctrico.
2. Agregar al sistema sensores que permitan la detección de fugas de agua así como sensores de humedad para darle al sistema mayor funcionalidad.
3. Agregar una alarma al sistema, que le permita realizar una llamada telefónica y emitir un mensaje grabado en la cual se alerte por un medio diferente al de correos electrónicos.
4. Diseñar subsistemas que se instalen en los otros cuartos de servidores que permitan la detección de las mismas fallas.
5. Implementar un sistema centralizado de control de todos los sistemas de alarmas ubicados en los diferentes cuartos.
6. Emplear ambos puertos series en la computadora personal para poner en funcionamiento dos sistemas microcontrolados que operen en forma redundante.

BIBLIOGRAFIA

PIC16F87X Data Sheet. 2002. The embedded control solutions company homepage (en línea). Estados Unidos. Consultado Junio 2002. Disponible en <http://www.microchip.com/1010/index.htm>

DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer Data Sheet. 2002. Thermal management, sensor and sensor conditioners (en línea). Estados Unidos. Consultado Junio 2002. Disponible en <http://www.maxim-ic.com/Sensors.cfm>

Specifications for LCD module. 1999. Ampire Co. Homepage (en línea). Taiwán. Consultado Junio 2002. Disponible en <http://www.ampire.com.tw/>

Contact Temperature Sensors. 2002. An information repository on devices that measure temperature (en línea). Estados Unidos. Consultado Junio 2002. Disponible en <http://www.temperatures.com/csensors.html>

APENDICES

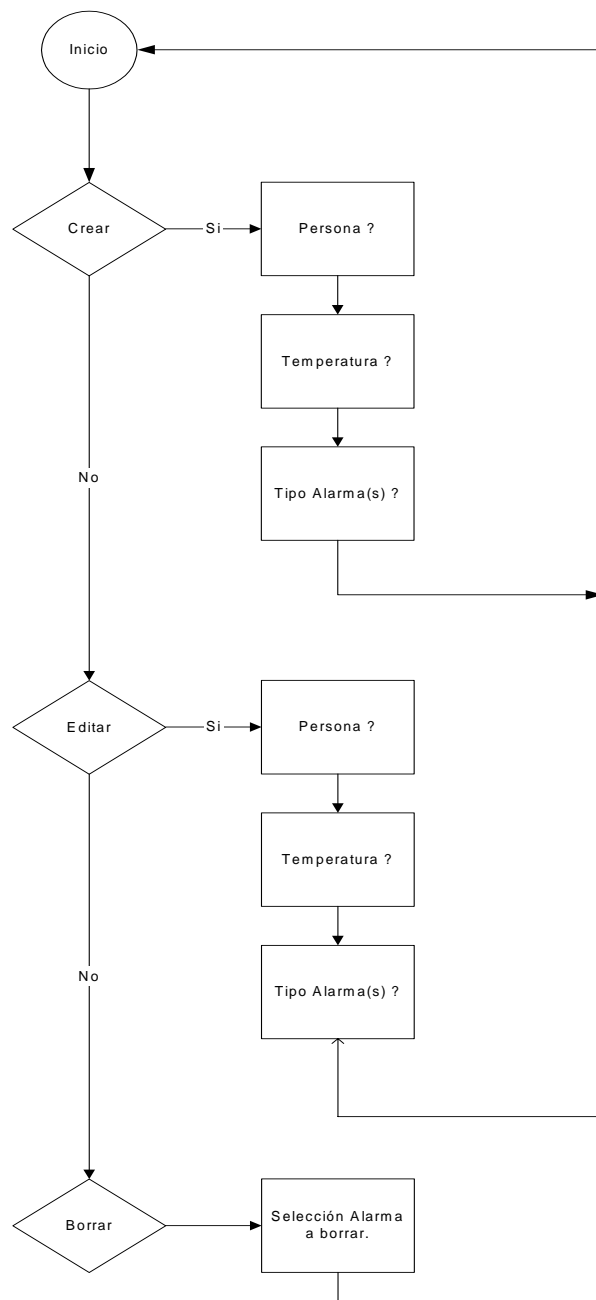
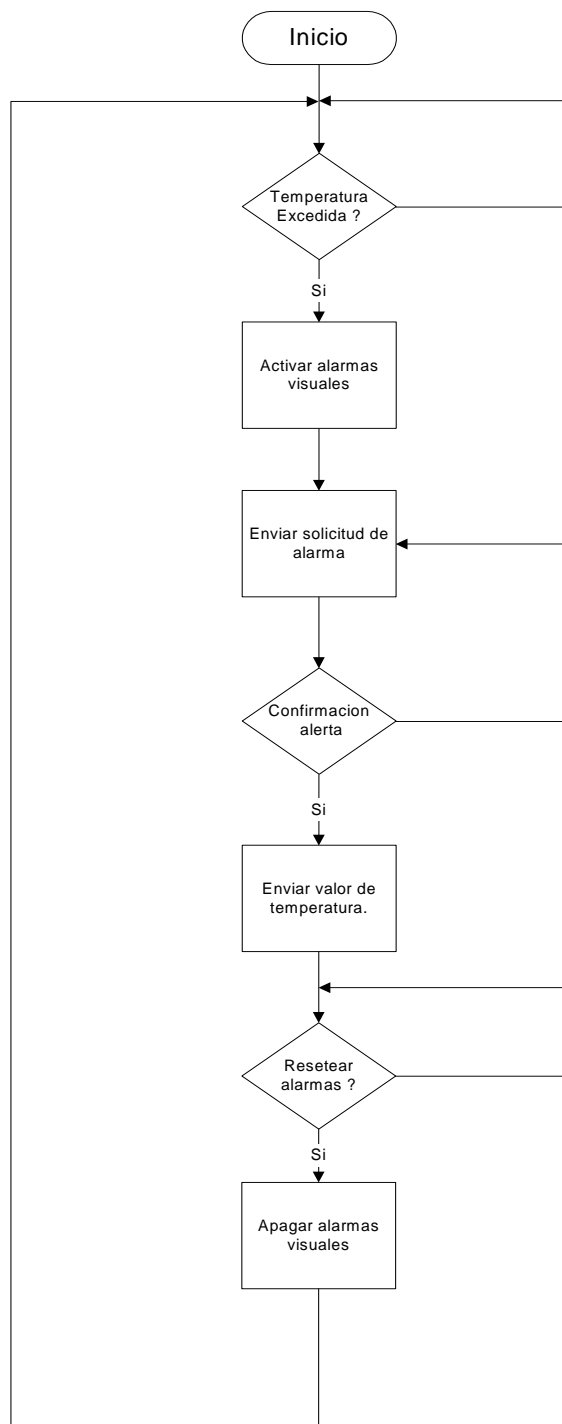
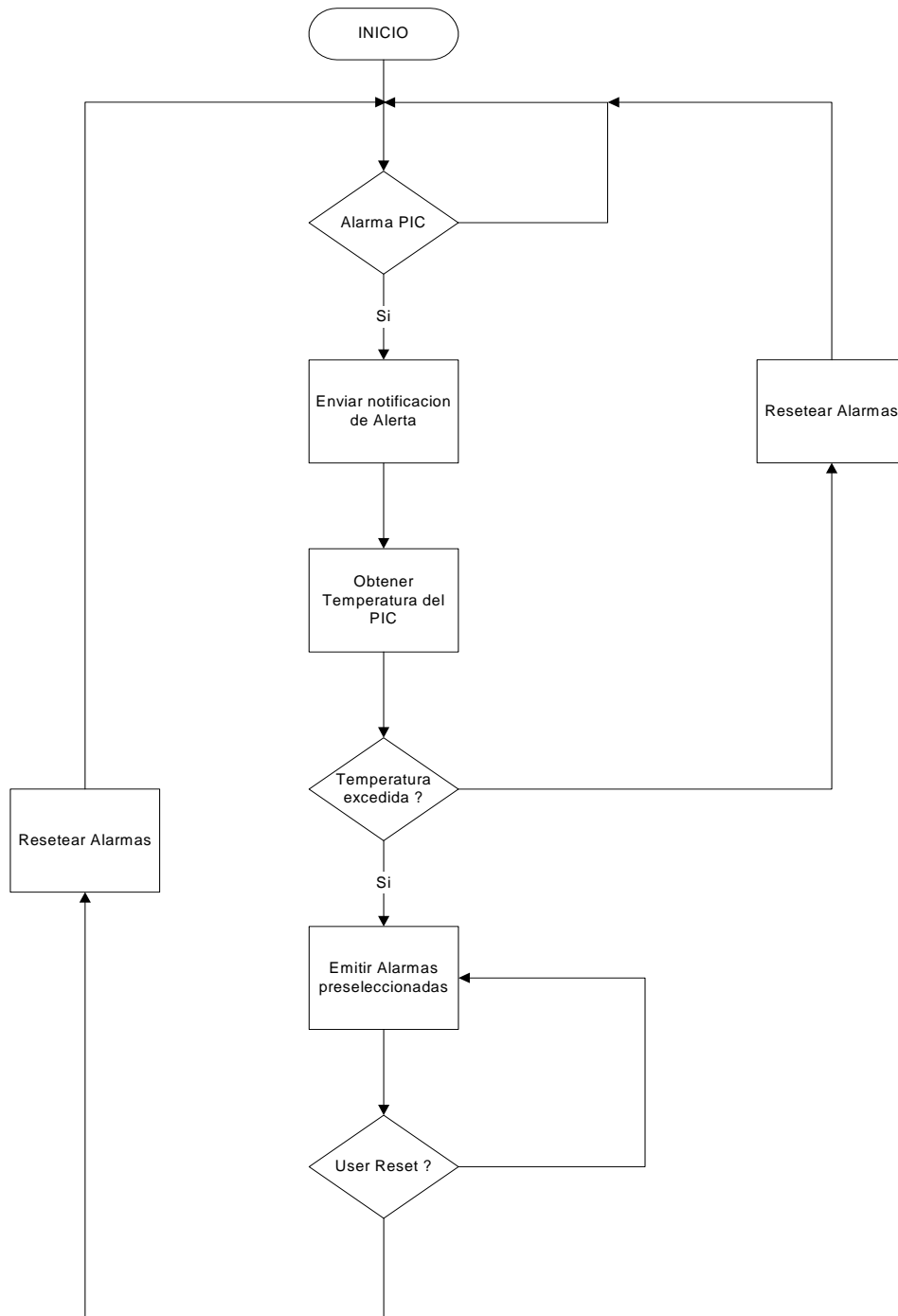


Figura A.1. Diagrama de flujo para el proceso de selección de alarmas

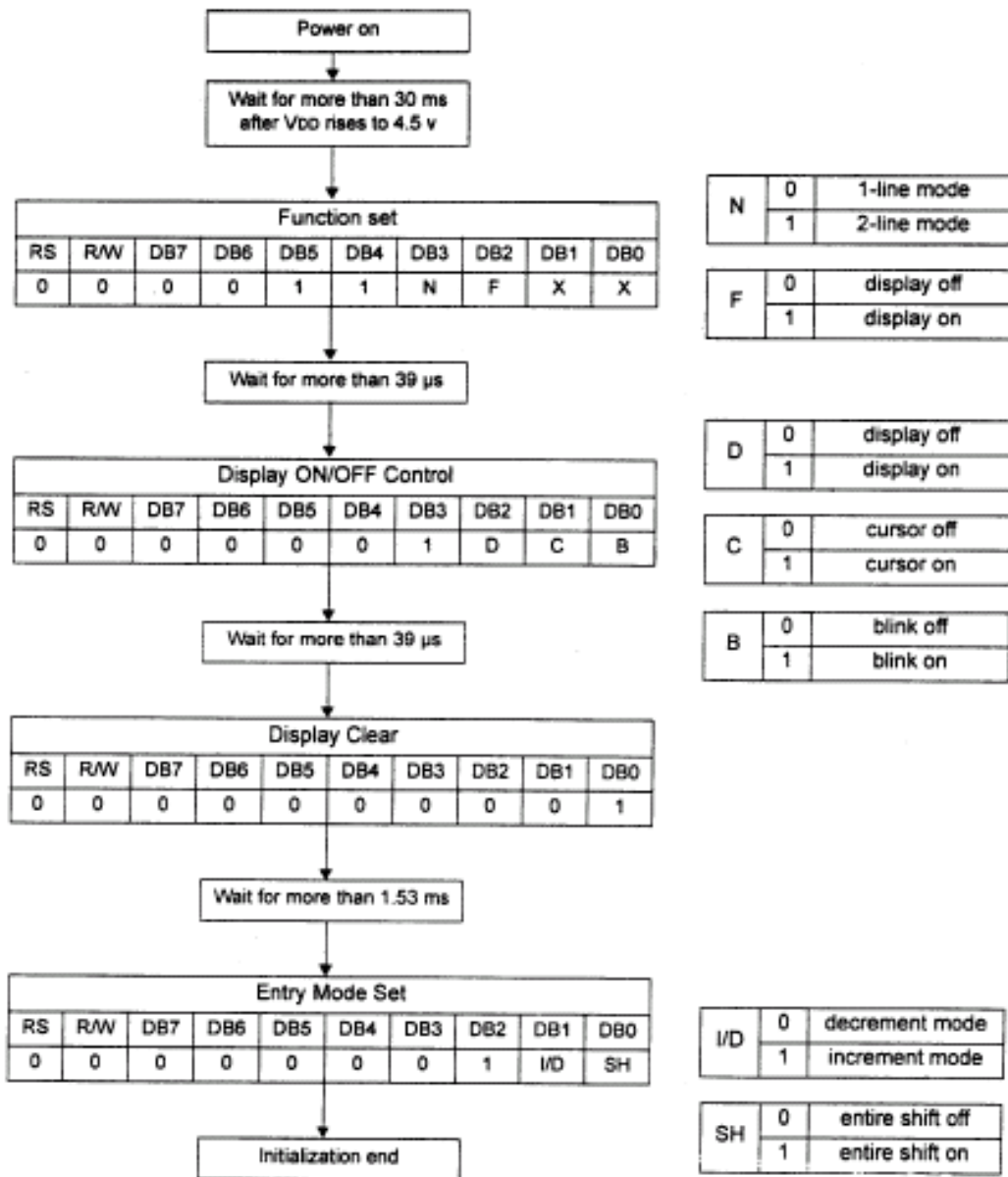


Anexo A.2. Diagrama de flujo para el proceso de generación de alarma por parte del microcontrolador



Anexo A.3. Diagrama de Flujo para el proceso de generación de alarmas por parte de la computadora personal

ANEXOS



Anexo B.1. Secuencia de inicialización del display LCD.